# Versuche

## über Neuroplastik auf dem Wege der Transplantation: über Nervennaht und Nervendurchschneidung.

---

## Inaugural-Dissertation

des

**an der Landes-Universität zu Rostock**

am 9. December 1881 promovirten

**Dr. med. W. Hillebrand,**

practischer Arzt in Menden i. Westf.

**Menden, 1881.**

Druck von W. Riedel.

Seinem lieben Vater,

dem Andenken seiner verstorbenen Mutter

und

seines verstorbenen Bruders

in dankbarer Liebe

gewidmet

vom

VERFASSER.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553624_0161

Am 2. Sitzungstage des IX. Congresses der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie zu Berlin, am 8. April 1880, hielt Dr. Th. Gluck einen Vortrag über Neuroplastik auf dem Wege der Transplantation.[1])

Dr. Th. Gluck berichtet wie folgt: Am 11. Februar werden gleichzeitig zwei Thiere, ein Huhn a. und ein Kaninchen b., aufgebunden und chloroformirt. Bei dem Huhn wird ein Hautschnitt etwa 2 cm nach aussen und parallel dem Os femoris geführt, welcher den bei diesen Thieren vereinigten M. tensor fasciae latae plus caput longum bicipitis der Länge nach spaltet. In der Tiefe erscheinen Art. und Ven. ischiadica und der Innenrand des Caput breve bicipitis. Unmittelbar unter dem letzteren nach Aussen von der Art. liegt der N. ischiadicus. Derselbe wird sorgfältig isolirt und ein etwa 3 cm langes Stück resecirt. In ähnlicher Weise wird der N. ischiadicus beim Kaninchen freigelegt und an 2 etwa 3½ cm abstehenden Punkten je eine feinste Nadel mit Seide hindurchgezogen. Mit glatten Scheerenschnitten wird jenseits der beiden Suturstellen der Nerv durchschnitten

[1]) Vortrag, veröffentlicht im Archiv für Klinische Chirurgie Bd. 25 1880.

und das resecirte Stück (sammt Faden und Nadeln) in eine bereitstehende Na Cl-Lösung gethan. Ich versuchte nun aus einem später zu erörternden Grunde in der Reihe von Fällen so, dass ich das untere Ende des Kaninchennerven mit dem centralen und das obere Ende desselben mit dem peripheren Stumpfe des Hühner-Ischiadicus vernähte. Jegliche Spannung war durch den Umstand vermieden, dass das resecirte Stück Kaninchennerv grösser gewählt war, als der Defect bei dem Huhn betrug. Nachdem ich mich überzeugt hatte, dass an beiden Suturstellen die Enden gut adaptirt waren, wurde die Wunde sorgfältig gereinigt und auf das Genaueste durch Nähte vereinigt. Am 22. Februar, 11 Tage nach der Operation, wird die prima intentione geheilte Wunde wieder eröffnet. Es präsentirte sich, nach Anheben des Querrandes des Caput breve bicipitis der N. ischiadicus. Das transplantirte Stück Kaninchennerv ist an der oberen und unteren Suturstelle mit dem Hühner-Ischiadicus auf das Idealste organisch verschmolzen und sieht durchweg normal aus. Nur an den Seidenfäden, dem geringeren Umfange und dem wegen der grösseren Länge leicht welligen Verlaufe des Kaninchennerven konnte man erkennen, dass hier ein Eingriff stattgefunden hatte. Der Nerv wurde nun isolirt und central (d. h. jenseits der oberen Sutur) mit einer Pincette energisch gereizt. Das Thier erwacht aus der tiefen Narkose, und es treten heftige Muskelcontractionen auf. Nach totaler Durchschneidung des Nerven (jenseits der oberen Sutur) und Reizen des Stumpfes wurden ebenfalls so heftige Muskel-Contractionen ausgelöst, dass ich das Thier tödten musste, um dieses erste Präparat intact gewinnen zu können.“

„In ähnlicher Weise," heisst es weiter, „kam bei im Ganzen 18 Thieren die Neuroplastik auf dem Wege der Transplantation zu Stande, welche, wie alle Operationen, ein bald mehr, bald weniger günstiges Resultat geliefert hat, ein Resultat, das physiologisch und chirurgisch gleich wichtig erscheint."

Diese Mittheilungen mussten allgemein überraschen und zugleich auffordern, die Gluck'schen neuroplastischen Versuche experimentell zu prüfen. Die nächste Anregung zu der in Folgendem des Näheren zu besprechenden Arbeit: „Versuche über Neuroplastik auf dem Wege der Transplantation" verdanke ich Herrn Prof. Trendelenburg. Herr Prof. A. Thierfelder war so gütig, die von mir im hiesigen pathologisch-anatomischen Institute angestellten Versuche zu beaufsichtigen und zu leiten.

Das angewandte Operationsverfahren wich nur in einzelnen Punkten von dem vorhin angegebenen Gluck-schen ab. Es wurden nur die Kaninchen narkotisirt an den Hühnern liess sich ohne Narkose die Operation recht gut ausführen. Das resecirte Stück Kaninchennerv wurde nicht erst in eine Na Cl-Lösung gethan, vielmehr gleich dem Huhn eingepflanzt. Die Einpflanzung selbst wurde auf folgende sehr zu empfehlende Weise vorgenommen: Das resecirte Stück Kaninchennerv wird nebst Nadeln und Fäden auf den freigelegten, aber noch intakten Hühner-Ischiadicus gebracht; die Nadeln werden an zwei Punkten durchgestochen, deren Distanz von einander etwas weniger beträgt, als die Länge des zu transplantirenden Stückes Kaninchennerv; nachdem Nadeln und Fäden durchgezogen, wird der Hühner-Ischiadicus zwischen und nahe an den Einstichsstellen mit scharfen Scheerenschnitten getrennt. Dieses Verfahren erleichtert

die Operation wesentlich; ohne erhebliche Zerrung der Nervenstümpfe können letztere den Enden des resecirten Kaninchen-Ischiadicus gut adaptirt und durch die Naht mit einander vereinigt werden. Zum Nähen wurde carbolisirte dünne Seide benutzt und dünne, gebogene, runde Nadeln. Diese runden Nadeln gewähren die meiste Sicherheit, dass der durch das Durchstechen der Nadeln gesetzte Insult mehr in einem Auseinandergedrängtwerden der Nervenfasern, als einer vollständigen queren Durchtrennung besteht, Letztere aber bei Benutzung von flachen Nadeln, selbst wenn die Schneide parallel dem Faserverlauf gerichtet ist, mehr weniger stattfinden muss.

## Erster Versuch:

Am 26. April wird bei einem jungen, kräftigen Huhn unter aseptischen Kautelen der Nervus ischiadicus dexter in der im Vorigen geschilderten Weise freigelegt und oberhalb seiner Theilungsstelle ein Stück von 2½ cm resecirt; in den entstandenen Defekt wird ein etwa 3 cm langes Stück Kaninchen-Ischiadicus transplantirt, und zwar wird das untere Ende des Kaninchennerven mit dem centralen, und das obere Ende desselben mit dem peripheren Stumpfe des Hühner-Ischiadicus vernäht. Die Enden sind gut adaptirt. Die Muskel- und Hautwunde wird durch Suturen geschlossen. Die ganze Operation ist fast blutlos ausgeführt; unmittelbar nach derselben ergibt sich folgender

Stat. praes. Das operirte Bein ist gelähmt, knickt bei Gehversuchen jedes Mal ein, wird nachgezogen und schleift mit dem dorsum pedis den Boden; die Sensibilität in der gelähmten Extremität ist aufgehoben — auf

Nadelstiche erfolgt keine Reaction — ferner ist die operirte Extremität dem Gefühle nach erheblich höher temperirt, als die nicht operirte.

Stat. praes. 6. Mai. Die Erscheinungen der aufgehobenen Motilität und Sensibilität, sowie die der vasomotorischen Störung bestehen fort; im übrigen Befinden des Thieres ist keine Veränderung eingetreten.

17. Mai stat. idem.

20. Juni. Die erwähnten Erscheinungen der Lähmung, der Insensibilität und der vasomotorischen Störung bestehen noch in ihrem ganzen Umfange. Das gut genährte Thier wird an diesem Tage — 56. Tag nach der Operation — getödtet, und die ohne entzündliche Reaction geheilte Wunde geöffnet. In der Tiefe derselben präsentirt sich der N. ischiadicus. Etwa $1^1/_2$ cm unterhalb des Gelenkkopfes des femur erfährt der Nerv eine ziemlich scharfe Biegung nach aussen; dann folgt gerade nach abwärts an Stelle des transplantirten N. ischiadicus des Kaninchens eine derb und straff sich anfühlende, wie Bindegewebe aussehende Masse. Von Suturstellen ist Nichts sichtbar. Die peripheren Ausbreitungen des Nerven lassen makroskopisch keine Veränderung erkennen. Nach möglichst ausgedehnter Freilegung des Ischiadicus wird die Extremität exartikulirt, in Müller'sche Flüssigkeit gebracht und daselbst 7 Tage liegen gelassen. Darauf wird das Präparat 1 Tag in fortwährend erneuertes Wasser gelegt und schliesslich in Alkohol gehärtet.

Bevor ich nun die Ergebnisse der mikroskopischen

Untersuchung mittheile, will ich in Kürze das von mir angewandte Verfahren der Tinktion der Nervenbestandtheile zu schildern suchen. Ich machte mich zunächst mit den üblichen Methoden der Osmiumfärbung, der Färbung mit Argentum nitricum, mit Nigrosin, Wasserblau bekannt. Die vielen Schattenseiten dieser Methoden liessen ein einfacheres und sicheres Verfahren sehr wünschenswerth erscheinen, ein Verfahren, das an frischen wie an gehärteten Nerven gleich gute Resultate lieferte. Dank der liebenswürdigen Unterweisung und stets bereiten Hülfe des Herrn Dr. Nelsen, Docent für Pathologie an hiesiger Hochschule, gelang es mir, in dem sogenannten essigsauren Carmin und Haematoxylin dieses Mittel zu finden. Die günstigen Resultate bestimmen mich, die Carmin-Haematoxylin-Färbung, welche ich in der mir bekannt gewordenen Literatur nirgends erwähnt finde, genauer anzugeben.

**Ich bediente mich des vom Herrn Dr. Nelsen modificirten Schweigger-Seidel'schen Carmins: 2 Gramm Carmin werden in einer Porzellanschale mit 10 cbcm Ammon. caust. und 190 Aqua destill. zusammengebracht. Hat sich das Carmin gelöst, so setzt man Acid. acet. zu, bis die dunkelbraune, bis fast schwarze Masse röthlich wird, was ziemlich plötzlich geschieht, unter Bildung eines Niederschlages von essigsaurem Carmin. Diese saure Carminlösung wird durch erneuten Zusatz von Ammoniak schwach alkalisch und gleichzeitig wieder vollständig klar. Eine schwach alkalische Reaction der Carminlösung ist aber nothwendig, weil, reagirte letztere sauer, die Hämatoxylinfärbung nicht gelingen würde; denn jede Säure färbt das Hämatoxylin roth und extrahirt es auch zum Theil.**

Der Hämatoxylinlösung wurden, damit sie nicht schimmelig werde, einige Tropfen Thymol zugesetzt. Diese Tinktionsmittel wandte ich nun in folgender Weise an: dünne Quer- oder Längsschnitte oder zerzupfte Nervenfasern werden in die essigs. Carminlösung gebracht, worin dieselben wenigstens 45 Minuten bleiben und darauf, in Wasser abgespült, auf 6 bis 12 Min. in die Hämatoxylinlösung gethan werden. Darauf kommen die Präparate 15 Min. in Wasser und nachdem etwa die doppelte Zeit in absoluten Alkohol. Werden dieselben jetzt, in Nelkenöl aufgehellt, auf den Objektträger gebracht, so erkennt man schon bei mittlerer Vergrösserung in der schwach roth gefärbten Markscheide den Axencylinder als ein dunkelviolettes, scharf contourirtes Band, gleiche Färbung zeigen die Kerne der Schwann'schen Scheide, das Bindegewebe hingegen nur die rothe Farbe des Carmins.

Vielleicht gelingt es, mit dieser Carmin-Haematoxylinfärbung eine Entscheidung zu fällen über den Verbleib des Axencylinders bei der Degeneration und über sein Wiederauftreten bei beginnender und fortschreitender Regeneration; vielleicht gelingt es ferner, die Struktur des Axencylinders festzustellen, besonders die von mehreren Forschern mit Bestimmtheit angenommene[1]) von andern angezweifelte[2]) Axencylinderscheide.

Das nach Tödtung des ersten Versuchsthieres gewonnene Präparat wird mikroskopisch untersucht, und lasse ich die Ergebnisse dieser Untersuchung hier folgen. Es

---

[1]) Kuhnt. Arch. f. mikr. Anatomie, Band XIII.

[2]) Neumann: Ueber Degeneration und Regeneration zerquetschter Nerven. Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. 10. Bonn, 1880.

sei noch bemerkt, dass ich mich hier neben der Carmin-Haematoxylinfärbung auch noch der mit Osmium und Nigrosin bedient habe.

Zunächst werden dünne Querschnitte etwa 1 cm oberhalb der oberen Suturstelle — central — je drei gefärbt mit Carmin-Haematoxylin, Nigrosin, Osmium und Osmium-Carmin gefärbt: der Axencylinder tritt überall sehr deutlich hervor; das Mark lässt keine sichtbaren Veränderungen erkennen; einzelne Fasern haben einen kleineren Durchmesser und stehen in dichten Gruppen zusammen. Eine mit in den Schnitt gefallene Arterie bietet in ausgesprochenster Weise die Erscheinungen einer Endarteriitis obliterans dar. Querschnitte, ganz nahe der oberen Suturstelle gelegt, zeigen von Nervenfasern Nichts mehr, nur zahlreiche Rundzellen und Blutkörperchen.

Darauf werden Längsschnitte vom centralen Stumpfe mit Carmin-Haematoxylin gefärbt: der Axencylinder ist deutlich sichtbar, bietet aber mannigfache Verschiedenheiten dar, neben geschlängeltem Verlaufe stellenweise auffallend dünne Stellen und variköse Anschwellungen von einer Regelmässigkeit, welche eine blos bandförmige Abplattung und spiralige Drehung auszuschliessen scheint. Das Mark zeigt ein mehr wolkiges Aussehen. Die Zellen der Schwann'schen Scheide sind vermehrt, das interstitielle Gewebe mässig zellig infiltrirt.

Querschnitte unterhalb der unteren Suturstelle — peripher — werden in derselben Weise gefärbt, wie die des centralen Endes: die Contouren der Querschnitte sind nicht so deutlich und scharf, wie am

centralen Ende, mehr verwischt, mehr eckig; die Färbung ist diffuser, die Interstitien verbreitert — interstitielle Neuritis mit Wucherung von Bindegewebe — Axencylinder sind nicht sichtbar.

Periphere Längsschnitte mit Carmin-Haematoxylin behandelt: ein längsfaseriges Gewebe, in dem sich Zellen von verschiedener Länge zeigen mit Kernen, von denen sich indess nicht sagen lässt, ob sie den Interstitien oder den Nervenfasern angehören; ferner sieht man reichliche runde Kerne, die sich aber zum Theil als rothe Blutkörperchen nach Färbung mit Haematoxylin und Eosin ausweisen. Von Axencylinder Nichts sichtbar.

Querschnitte im Bereiche des transplantirten Kaninchen-Ischiadicus gelegt und behandelt mit Carmin-Haematoxylin: Von ausgebildetem Nervengewebe Nichts zu sehen, an dessen Stelle sieht man ein von grossen Spindelzellen gebildetes Netzwerk, in dessen Lücken Rundzellen, und zwar vermuthlich eingewanderte. Näheres über diese Spindelzellen s. unten, Versuch VIII.

## Zweiter Versuch:

Grosses, kräftiges schwarzes Huhn. Das übergepflanzte Stück Kaninchen-Ischiadicus ungefähr 2 cm lang. Die Operation gelingt leicht und fast ohne Blutung. Unmittelbar nach der Operation zeigen sich, wie beim ersten Versuchsthiere, die Erscheinungen aufgehobener Motilität und Sensibilität, und die vasomotorische Störung.

Da am 57. Tage nach der Operation diese Erscheinungen noch fortbestehen, wird das Thier getödtet. Der freigelegte Nervus isch.

zeigt central ein verdicktes Ende, zwischen diesem und der leicht kolbigen Verdickung des peripheren Stumpfes ist von Nervensubstanz makroskopisch Nichts mehr zu erkennen.

Der mikroskopische Befund ist derselbe, wie bei dem ersten Huhn, bis auf das transplantirte Stück. Die peripheren Ausbreitungen des Nerven lassen auch bei diesem Thiere makroskopische Veränderungen nicht erkennen.

## Dritter Versuch:

Am 24. Juni wird einem kräftigen grauen Huhn ein Stück etwa $^3/_4$ cm aus dem rechten Ischiadicus resecirt und in den Defect ein etwas längeres Stück Kaninchen-Ischiadicus transplantirt. Verhalten des Huhns nach der Operation genau wie bei Versuch I. und II. Nach 54 Tagen: Status idem. Das Thier wird getödtet. Nach Eröffnung der ohne entzündliche Reaction geheilten Wunde präsentirt sich in der Tiefe der Nerv. Zwischen dem centralen und peripheren kolbig aufgetriebenen Nervenende liegt als dünnere Partie das Stück Kaninchennerv. (Das Aussehen des Nerven in seiner peripheren Ausbreitung ist normal.) Die von dem gewonnenen Präparate angefertigten Quer- und Längsschnitte werden ausschliesslich mit Carmin-Haematoxylin behandelt.

Centrale Querschnitte: Axencylinder, Mark und Schwann'sche Scheide deutlich, ohne erkennbare Veränderung. Periphere Querschnitte: Axencylinder nicht sichtbar; die einzelnen Fasern haben einen höchst ungleichen Durchmesser; der Inhalt der Schwann'schen Scheide körnig. Ausserdem sieht man zahlreiche Rundzellen

in der Umgebung der Fasern. Periphere Längsschnitte: die Längsfaserung deutlich, aber die einzelnen Nervenfasern sind selbst bei stärkerer Vergrösserung nicht sichtbar, die zerzupften Fasern sind zum Theil gleichmässig sehr dünn, andere zeigen unregelmässige Verbreiterungen. In dem interstitiellen Gewebe zahlreiche Rundzellen. Ferner sieht man Spindelzellen von wechselnder Grösse.

Das transplantirte Stück wird jetzt in der Mitte quer durchschnitten und von der oberen (centralen) Hälfte (der Durchschneidungsfläche parallel) 13 Querschnitte gemacht: Von Nervensubstanz Nichts wahrnehmbar; man sieht grosse Zellen mit bis 5 und 6 Kernen, ausserdem Massen von Rundzellen. Nachdem werden beide Hälften auch der Länge nach mitten durchschnitten und von der oberen und der unteren Hälfte dieser Schnittfläche parallel dünne Längsschnitte angefertigt. An den Längsschnitten der unteren Hälfte sieht man mikroskopisch vom peripheren Ende ausgehend, dass die Längsfaserung nur eine kleine Strecke weit zu verfolgen ist, es kommt dann ein zellenreiches Gewebe. Vor Eintritt in dieses Gewebe nehmen die Fasern einen geschlängelten Verlauf, lassen sich aber in dem zellenreichen Gewebe selbst nicht mehr verfolgen.

Die Längsschnitte der oberen Hälfte gewähren mikroskopisch untersucht ein anderes Bild. Vom centralen Ende ausgehend: die Nervenfasern deutlich sichtbar, dessgleichen der Axencylinder; die Fasern nehmen bald einen geschlängelten Ver-

lauf an, treten in ein Gewebe, das immer zellenreicher wird und verschwinden schliesslich ganz. An den seitlichen Theilen gewahrt man ausgesprochene Neurombildung: zwischen breiten Bindegewebssträngen sieht man querdurchschnittene Nervenfascikel mit deutlichem Axencylinder und Mark.

Die vollständig negativen Resultate der unter streng aseptischen Kautelen mit möglichster Vorsicht und Genauigkeit ausgeführten Versuche liessen mich von weiteren neuroplastischen Versuchen abstehen; ich ging nunmehr zu einfacheren Versuchen über: zur Neurotomie mit nachfolgender Nervennath. Als Versuchsthiere wurden auch hier ausschliesslich junge kräftige Hühner benutzt.

## Vierter Versuch:

Grosses, grau-weisses Huhn. Am 14. Juli wird bei demselben die Operation, wie folgt, ausgeführt. Der Nerv. isch. wird hier ganz in derselben Weise freigelegt, wie bei den Thieren der ersten Versuchsreihe. Oberhalb der Theilungsstelle des Nerven wird durch dessen Substanz eine feine, runde, gebogene Nadel mit dünnem Seidenfaden geführt, in geringer Entfernung unterhalb des ersten Stichs wird Nadel und Faden gleichfalls durch die Substanz der Nerven geführt. In der Mitte der beiden Stichkanäle wird der Nerv mit scharfem Scheerenschnitt quer getrennt, die Nervenenden werden gut adaptirt und der Seidenfaden zusammen geknotet. Muskel- und Hautsuturen schliessen die Wunde. Die Motilität der operirten Extremität, die Sensibilität sind

aufgehoben; auch ist die vasomotorische Störung zu constatiren.

26. Juli: Stat. idem.

16. Aug.: Stat. idem. Das Thier wird getödtet. Die prima intentione geheilte Wunde wird geöffnet; in der Tiefe liegt der Nerv, an der Suturstelle kolbig aufgetrieben. Der Nerv wird isolirt, 2 cm oberhalb und unterhalb der Sutur durchschnitten und gestreckt, aber ohne Zerrung, auf einer Korktafel befestigt, in Müller'scher Flüssigkeit gehärtet.

Centrale Querschnitte lassen keinerlei Veränderung erkennen. An centralen Längsschnitten sieht das Mark leicht wolkig aus; der Axencylinder geschlängelt und ungleich dick.

Periphere Querschnitte: die Conturen undeutlich, das interstitielle Gewebe vermehrt; Axencylinder nicht sichtbar. Periphere Längsschnitte: in dem längsfaserigen Gewebe sieht man in mässiger Anzahl Rundzellen und Spindelzellen.

Darauf wird der Nerv in der kolbigen Auftreibung quer durchgeschnitten, und werden Querschnitte angefertigt der Anschwellung angehörend: die mittleren Partien zeigen starke Wucherung des instiellen Gewebes, zellige Infiltration; nach den Seiten zu wird die Infiltration weniger zellenreich, und ganz an den Randzonen sieht man in mehr festem Bindegewebe Querschnitte von Nervenfasern — Neurom — Längsschnitte durch den oberen Nerventheil gelegt: bis in die Anschwellung haben die Nervenfasern normales Aussehen, werden dann aber mehr auseinandergedrängt und nehmen

einen geschlängelten Verlauf an; der Axencylinder lässt deutlich variköse Anschwellungen erkennen.

In gleicher Weise werden von der unteren Nervenhälfte Längsschnitte angefertigt: das periphere Nervenende ragt zapfenartig in die kolbige Auftreibung hinein und ist durch ein mässig zellenreiches Gewebe vom centralen Nervenende getrennt. Die Anschwellung scheint nur dem centralen Stumpfe anzugehören und sind die Fasern des letzteren in derselben durch reichliches interstitielles Bindegewebe getrennt. Stellenweise sieht man Gruppen von quer getroffenen Nervenfasern.

Der zapfenartig endende periphere Stumpf besteht aus einem zellenreichen längsfaserigen Gewebe, in dem von Nervensubstanz Nichts zu sehen ist.

## Fünfter Versuch:

23. August. Es wird bei einem kräftigen Huhn die Neurotomie des rechten Ischiadicus ausgeführt mit nachfolgender Vereinigung der Nervenstümpfe durch die Naht. Nach 19 Tagen wird Haut- und Muskelwunde, per primam geheilt, geöffnet. Der freigelegte N. isch. ist an der Suturstelle kolbig verdickt. Quoad functionem war das Resultat dasselbe, wie bei Versuch IV. Das Ergebniss der mikroskopischen Untersuchung der centralen Quer- und Längsschnitte ist nicht verschieden von dem des vorigen Versuches. Die kolbige Auftreibung wird in der Richtung der Längsaxe mitten durchschnitten, und dieser Schnittfläche parallel werden dünne Schnitte angefertigt und

gefärbt: die Fasern oberhalb der Sutur zeigen nur in unmittelbarer Nähe der letzteren Veränderungen, die Fasern sind auseinander gedrängt durch zellenreiches interstitielles Gewebe. Der Suturfaden ist der Länge nach durchschnitten, im centralen Nerventheile indess auch quer getroffen. Die Umgebung des Fadens ist stark entzündlich infiltrirt, besonders deutlich am oberen Stichkanal, wo der Faden quer durchschnitten ist. Ein weiterer Befund: in der erwähnten kolbigen Anschwellung liegen peripheres und centrales Ende nicht aneinander, sondern nebeneinander, verbunden durch Narbengewebe. Das Gewebe der Anschwellung ist ziemlich fest, und finden sich in demselben scharf begrenzte Stellen, gefüllt mit einem zellenreichen, jungen Gewebe; die Form dieser Stellen ist sehr verschieden: Kreise, Ellipsen, schmale Spalträume.

## Sechster Versuch:

Grosses, graues Huhn. Operirt am 10. September. Neurotomie des rechten Ischiadicus mit nachfolgender Sutur. Erfolg, wie im vorigen Falle; nach 14 Tagen stat. idem Das Thier wird getödtet. Die Wunde ist ohne entzündliche Reaction geheilt. Der freigelegte Ischiadicus an der Suturstelle kolbig verdickt.

Microskopischer Befund: centrale und periphere Quer- und Längsschnitte geben dasselbe Resultat, wie Fall V. und IV. Längsschnitte der kolbigen Verdickung: das durch die Sutur vereinigte centrale und periphere Ende deutlich erkennbar, eine scharfe Grenze zwischen beiden besteht nicht; die Stichkanäle der Sutur gleichfalls sichtbar, sind von einem entzündlich infiltrirten Gewebe umgeben, das interstitielle Gewebe unterhalb der

Sutur und unmittelbar oberhalb derselben ist sehr zellenreich. Vom centralen Ende ausgehend, sieht man namentlich an den Randpartien zwischen zellenreichem Bindegewebe das gruppenweise Auftreten junger, zelliger Gebilde, die an einer anderen Stelle näher erörtert werden sollen.

## Siebenter Versuch:

Schwarzweisses, grosses, kräftiges Huhn. Operirt am 16. September. Neurotomie des rechten Ischiadicus und Sutur. Erfolg, wie bei Versuch VI. Schon nach 7 Tagen wird das Thier getödtet. Die prima intentione vereinigte Haut- und Muskelwunde wird geöffnet: in der Tiefe zeigt sich der Nerv. Das centrale und periphere Ende sind nur durch eine schmale, seitliche Brücke vereinigt und zum grössten Theil durch eine Abscesshöhle getrennt.

Mikroskopischer Befund: Quer- und Längsschnitte vom centralen Theile, wie in allen früheren Fällen, durchaus normal. An peripheren Längsschnitten dagegen sieht man die grösstmöglichsten Verschiedenheiten: neben Nervenfasern, deren Inhalt aus grobkörnigen, geronnenen Massen besteht, gewahrt man andere, deren Axencylinder deutlich sichtbar ist, umgeben von geronnenem Mark. Ein fast normales Aussehen bietet aber derselbe nur in einigen Fasern dar, in der grösseren Mehrzahl hat er einen stark geschlängelten Lauf, und ist stellenweise sogar vollständig unterbrochen. In solchen Nervenfasern hört der Axencylinder nicht plötzlich auf, sondern ganz allmälig, indem die Contouren undeutlicher werden und

der Axencylinder an seinen Enden in eine feinkörnige Masse sich aufzulösen scheint. Die durch die Suturstelle gelegten Längsschnitte geben folgendes Bild: der centrale Nervenstumpf ragt in die gedachte Abscesshöhle in drei ziemlich scharf begrenzten Wülsten hinein, während der periphere Stumpf ein unregelmässiges, wie zernagtes Ende in dieselbe schickt. Die centralen Fasern lassen selbst in den erwähnten Wülsten den Axencylinder in schönster Deutlichkeit erkennen, wogegen derselbe im Anfangstheile des peripheren Stumpfes nicht bemerkbar ist. In grösserer Entfernung von der Suturstelle wird in einigen Fasern, wie vorhin erwähnt, der Axencylinder wieder sichtbar; dessgleichen in der ganzen peripheren Ausbreitung des Nerven. An zerzupften Fasern aus den unteren Theilen des N. peroneus und tibialis habe ich dieses Verhalten des Axencylinders constatiren können.

Hiermit schloss ich die zweite Versuchsreihe und ging zu dem weniger eingreifenden Verfahren der einfachen Neurotomie des Ischiadicus über. Es sei indess gestattet, vor den Mittheilungen über die Ergebnisse dieser Operation an die beiden ersten unter Berücksichtigung der mir bekannt gewordenen Literatur einige Reflexionen anzuknüpfen. Was das erste Operationsverfahren anlangt, ist schon vor Gluck versucht worden, grössere Nervendefekte durch plastische Operationen zu ersetzen. Letiévant beschreibt zwei Operationsmethoden, die dann anzuwenden seien, wenn in Folge eines grossen Substanzverlustes die Vereinigung

der Nervenenden unmöglich ist. Die eine Operation nennt er Autoplastie nerveuse à lambeaux, welche darin besteht, dass von beiden Nervenstümpfen Substanzstreifen abpräparirt werden; diese klappt man herunter und vereinigt sie durch die Naht.

Das zweite Verfahren soll dann zur Anwendung kommen, wenn mehrere Nerven gleichzeitig verletzt sind und die Vereinigung des centralen mit seinem zugehörigen peripheren Ende unmöglich ist. In diesem Falle soll man versuchen, das obere Ende des einen Nerven mit dem untern eines andern gleichfalls durchtrennten Nerven durch die Sutur zu verbinden. Die Autoplastie nerveuse à lambeaux hat Letiévant einmal ausgeführt, aber ohne Erfolg.

Ausser Letiévant haben auch schon Philipeaux und Vulpian[1]) der Neuroplastik auf dem Wege der Transplantation sich bedient.

Diese Forscher versuchten die Neuroplastik, um das doppelsinnige Leitungsvermögen der Nerven zu erweisen. Bei Hunden pflanzten sie Opticusstücke in den Hypoglossus. Die Versuche missglückten, dagegen gelang es, bei denselben Thieren in sieben Fällen zweimal Stücke aus dem N. lingualis in den N. hypoglossus einzuheilen[2]), in den übrigen Fällen wurden dieselben durch Eiterung eliminirt.

Bei dem einen Thiere liessen sich 71 Tage nach der Operation durch Reizung der Hypoglossuspartie Bewe-

[1]) Philipeaux et Vulpian: Recherches expérimentales sur la réunion bout à bout des nerfs de functions différentes. Journ. de la physiolog. VI. 1863. p. 513.

[2]) Philipeaux et Vulpian: Notes sur des essais de greffe d'un tronçon du nerf lingual entre les deux bouts du nerf hypoglosse, après excision d'un segment de ce dernier nerf. Arch. de Physiolog. norm. et pathol. III. 1870. p. 618.

gungen der entsprechenden Zungenhälfte auslösen. Die beiden Hypoglossusenden waren durch eine Anschwellung verbunden, in deren Mitte ein grauer Strang lag, der zum grössten Theil aus degenerirten Nervenfasern bestand, „mais au milieu de ces fibres altérées on en voit un certain nombre qui sont restaurées et qui ont la moitié ou des deux tiers du diamètre normal des fibres nerveuses.“ Das periphere Ende des Hypoglossus befand sich in gleichem Zustande, das des Lingualis war völlig degenerirt. Der andere Hund starb nach 54 Tagen, „il n'y avait pas encore d'indices d'un travail de régénération.“ Der Beschreibung nach zu urtheilen, handelt es sich im ersten Falle bei den nicht in Degeneration befindlichen Fasern des transplantirten und peripheren Nervenstücks nicht um primär verheilte, sondern um neugebildete.“ (Falkenheim[1]).

Die Literatur über den zweiten Theil der vorliegenden Arbeit, der Nervendurchschneidung mit nachfolgender Naht, ist so massenhaft angewachsen, dass eine erschöpfende Besprechung derselben das Thema einer besonderen Arbeit abgeben dürfte. Dem Zwecke unserer Abhandlung genügt es, wenn ich die mir bekannt gewordenen Fälle von experimenti causa ausgeführter Nervennaht in den Kreis unserer Erörterungen ziehe. Zunächst möchte ich die Aufmerksamkeit lenken auf die von Eulenburg und Landois gemeinschaftlich angestellten Versuche über Nervennaht[2]). Zu Versuchsthieren wählten diese

[1]) Zur Lehre von der Nervennath und der Prima intentio nervorum. Diss. Königsberg 1880.

[2]) Dr. Alb. Eulenburg und Dr. Leonard Landois, über Nervennaht. Berliner klin. Wochenschrift I. Jahrg Nr. 46, 47. 1864 und II. Jahrgang Nr. 10. 1865.

Forscher Kaninchen und Hunde. In 11 Fällen wurde der Ischiadicus durchschnitten und genäht, in 6 Fällen der Vagus. Als Nähmaterial benutzten sie dünne Seide oder geglühten, sehr dünnen Metalldrath einer G-Violinsaite, oder dünnes Rosshaar. Die Resultate dieser Versuche fielen durchaus negativ aus, und auf Grund derselben glaubten beide Forscher zu folgenden Schlüssen berechtigt zu sein.

1. Durchschnittene und durch die Naht vereinigte Nerven zeigen bei Thieren (Kaninchen und Hunden) keine Neigung zu einer prima intentio ihrer Schnittenden — selbst wenn die Coaption derselben auf's Vollständigste bewirkt und durch anderweite Hülfsmittel (Immobilisirung des Gliedes, **Continuitätserhaltung der einen Nervenhälfte**) fortdauernd unterstützt wird.
2. Treten vielmehr in allen derartigen Versuchen die Zeichen unterbrochener Leitung an der Nahtstelle und aufgehobener Function des peripherischen Nervenstücks deutlich zu Tage .... und es erleiden diese Erscheinungen auch im Laufe der nächstfolgenden Tage und Wochen keine Veränderung.
3. Zu demselben Resultat führt die mikroskopische Untersuchung, indem dieselbe eine schon in den ersten Tagen nach der Sutur beginnende und stetig fortschreitende fettige Degeneration des peripherischen Nervenstücks nachweist, welche ganz dieselben Formen darbietet, wie bei der einfachen Durchschneidung ohne (Naht) nachfolgende Vereinigung. Dagegen bleiben die Fasern

des centralen Endes des Nerven auch hier relativ unverändert.

In einer späteren Arbeit[1]) finden Eulenburg und Landois das von ihnen benutzte Nähmaterial für ungeeignet, weil dasselbe nicht resorbirbar, an der Stelle, wo die Regeneration erfolgen soll, eingeschaltet als „fremder Körper dem Zustandekommen derselben mechanische Hindernisse in den Weg legen muss."

Wazlowski[2]) veröffentlicht nun mehrere Fälle, in denen er sich eines anderen, weniger reizenden Nähmaterials bedient hat, des Catgut. Die Naht wurde stets durch das umliegende (paraneurotische) Bindegewebe gelegt. Versuchsthiere: drei Kaninchen und ein Hund.

I. Discision des rechten Ischiadicus eines Kaninchens und Vereinigung der Nervenenden durch die Naht mit Catgut Nr. 0. Der linke Ischiadicus wurde an derselben Stelle einfach durchschnitten. 49 Stunden nach der Operation fand man das Thier todt.

II. Kaninchen. Durchschneidung des linken Ischiadicus und Sutur mit Catgut Nr. 2. Am 6. Tage wird das Thier todt gefunden.

III a. Kaninchen. Am rechten Ellbogen wird der Nerv. medianus durchtrennt und mit Catgut Nr. 2 vereinigt.

b. 11 Tage später wird demselben Kaninchen der linke Ischiadicus durchschnitten, Sutur mit Catgut Nr. 2. 4 Tage später wird das Thier todt gefunden.

---

[1]) Berl. klin. Wochenschrift. II. Jahrgang. Nr. 10. 1865.

[2]) Zur Casuistik der Nervennaht. Inaug.-Diss. Greifswald 1875.

IV. Einem grossen, kräftigen Hunde wird der Medianus und Ulnaris in der Ellenbogenbeuge durchschnitten und mit Catgut Nr. 2 vereinigt. Nach 11 Tagen wird der Hund getödtet. Sektion: am Ulnaris keine Spur von Entzündung, an der Durchschnittsstelle nur eine kleine, kolbige Auftreibung. Der Medianus zeigt dasselbe Verhalten.

In allen 4 Fällen vermisse ich die Angaben über den mikroskopischen Befund. Die Resultate dieser Fälle dürften nicht sehr geeignet sein, die von W. aufgestellten Sätze zu begründen, dass bei Nervendurchschneidung die Nervennaht sehr erwünscht ist, dass man sie durch das umliegende Bindegewebe zu legen hat, und dass sich hierzu Catgut als das beste Material eignet.

Diesen Versuchen reihen sich die von O. Langerfeld[1]) an. Auch er glaubt in dem von Eulenburg und Landois angewandten Nähmaterial den Grund für das Misslingen der Versuche gefunden zu haben: „Wir sind der festen Ueberzeugung, dass die beiden Forscher — Eulenburg und Landois — bei ihrer, durch die vielen Versuche erlangten, specialistischen Fertigkeit Alles angewandt haben, was eine prima intentio fördern und bewerkstelligen konnte, aber ihr Nähmaterial war ein ungeeignetes und gab wegen seiner reizenden Eigenschaften nicht die günstigsten Vorbedingungen zu einer Heilung per primam.“

„Wie man eine solche Heilung von vornherein negiren kann, ist unverständlich.“

„Nimmt denn das Nervengewebe eine so exclusive

[1]) O. Langerfeld: Die Nervennaht. Berlin 1877.

Stellung unter anderen Geweben ein, die doch primär heilen können?“

Langerfeld bedient sich nun eines „geeigneten“ Nähmaterials, des Catgut, bei seinen Versuchen, deren er zunächst 5 anstellt bei Fröschen — rana temporaria und esculenta. — Die Versuche misslangen gänzlich trotz der „sonst so lebhaft ausgesprochenen Regenerationsfähigkeit aller Batrachier.“

Er führte darauf in 2 Fällen an einer Katze die Durchschneidung des Ischiadicus mit nachfolgender Sutur aus, erst rechterseits und 6 Tage später auch linkerseits. Die Resultate in beiden Fällen absolut negativ. Dieselbe Operation nahm er dann noch in 6 Fällen an Leporiden vor, von denen 3 vollständig negativ ausfielen. Die 3 übrigen Fälle lieferten nun folgendes Ergebniss: der rechte Ischiadicus eines männlichen, mittelgrossen Leporiden wird lege artis durchschnitten und genäht. Nach 4 Tagen sind Sensibilität und Motilität nicht zu constatiren. Das rechte Bein wird wie ein fremder Körper nachgeschleppt. Am Nachmittage desselben Tages: das Thier tritt mit dem operirten Bein manchmal ganz normal auf. 6. Tag: das Bein wird nicht mehr nachgezogen. Am 7. Tage wird folgende komplicirte Prüfung des Thieres vorgenommen: „Beide Füsse werden mit weissem Zeuge verbunden, und das Thier wird dann in einen nassgesprengten Hofraum gejagt, um durch Vergleichung der beschmutzten Stellen des weissen Zeuges zu konstatiren, ob mit beiden Füssen gleichmässig aufgetreten wird.“ Der Versuch konstatirt das vollkommen.

„Wenn man einen gesunden Leporiden an den Ohren in die Höhe hebt, so wird man bemerken, dass er die

Zehen weit von einander sperrt. Die Zehen des operirten Beines blieben bei dieser Manipulation in der gewöhnlichen Stellung.“ Langerfeld, p. 22.

Am 14. Tage Freilegung des Nerven; die Durchschnittsstelle ist als heller Ring gekennzeichnet. Reizung auf dieser Stelle, sowie oberhalb und unterhalb derselben erzeugt Schmerzgefühl und löst Muskelkontraktionen aus. Auch die Abduction der Zehen erfolgt. 1½ cm unterhalb der ersten Durchschnittsstelle wird der Nerv wieder durchschnitten. Schmerzäusserung wie bei der ersten Operation.

18. Tag: Das Thier wird todt gefunden. Sektion: grosser Abscess in der Schnittgegend. Die Nervenenden waren nicht von einander getrennt, doch verband sie nur neben minimalen Catguttheilen eine sehr lose Bindesubstanz. Der mikroskopische Befund fehlt.

Der zweite hierher gehörende Versuch ist an dem linken Ischiadicus eines Leporiden ausgeführt, dessen rechter Ischiadicus bereits früher operirt war. Der Heilungsvorgang war derselbe, wie in dem vorhin besprochenen Falle. Nach 9 Tagen gebraucht das Thier sein linkes Bein normalmässig. Das Spreizen der Zehen beim Aufheben an den Ohren ist nicht wahrzunehmen. An dem freigelegten Ischiadicus ist die Schnittstelle kaum wahrzunehmen. Directe Reizung oberhalb, auf und unterhalb der Durchschnittsstelle lösen die entsprechenden Symptome aus. Aber auch mit Hülfe des elektrischen Stromes nur sehr schwache Abduktion der Zehen.“ Das Thier wird getödtet.

Die mikroskopische Untersuchung des in Chromsäure gehärteten Präparates ergibt, dass die Randfasern des Nervenstammes fettig degenerirt sind, näher der Mitte

aber sieht man ganze Bündel „wohlerhaltener, mit allem histologischen Zubehör versehenen und primär an einander geheilten Nervenfasern."

Der dritte zu erwähnende Versuch wurde gleichfalls an einem kräftigen Leporiden ausgeführt. Der rechte Ischiadicus wurde durchschnitten und genäht, als Controlversuch zu gleicher Zeit aus dem linken Ischiadicus ein 3 mm langes Stück resecirt, die Enden aber nicht genäht. Nach 3 Tagen sind beide Wunden verheilt. 5. Tag: beide Beine vollständig gelähmt; am folgenden Tage zeigt sich beginnender Decubitus des linken Fusses. 8. Tag: Prüfung auf Sensibilität und Motilität beider Extremitäten hat negativen Erfolg. Tödtung des Thieres.

Section: „Der rechte Ischiadicus zeigt ein, nur durch eine leichte Anschwellung unterbrochenes Continuum." Catgut ist makroskopisch nicht nachzuweisen. Das Präparat wird in Chromsäure gelegt.

„Die mikroskopische Untersuchung des rechten Ischiadicus lässt uns in seiner Mitte einige Bündel von Primitivfasern verfolgen, die unzweifelhaft an der Degeneration nicht theilgenommen, sondern sich sofort nach der Durchschneidung mit dem gegenüberliegenden wieder verklebt haben und angewachsen sind." Auf Grund der hier geschilderten Versuche erscheint es Langerfeld unverständlich, wie man eine Heilung per primam intentionem bei durchschnittenen und durch die Naht vereinigten Nerven negiren kann. Langerfeld, p. 13.

In ungefähr gleicher Weise, wie Langerfeld, spricht sich Bakowiecki[1]) über die Eulenburg-Landois'schen Versuche aus: „Ich erkläre mir das Misslingen

[1]) Zur Frage vom Verwachsen der peripherischen Nerven. Archiv für mikrosk. Anatomie. Bd. 13. Bonn, 1877.

ihrer Versuche 1) dadurch, dass sie metallische und seidene Ligaturen anwandten, 2) dadurch, dass sie die Ligaturen durch die ganze Dicke des Nerven zogen."

Als Beleg für diese Ansicht führt B. nur einen Fall von Vagus-Durchschneidung mit nachfolgender Vereinigung durch Catgut-Ligatur an. Nach 8 Tagen war die Leitung wiederhergestellt.

An Präparaten aus diesem Nerven fand B.: „dass der grösste Theil des durchschnittenen Nerven gegenseitig unmittelbar in einander übergehen, wobei zwischen den durchschnittenen Fasern weder eine Anhäufung von Blutkörperchen, noch von Seiten der umliegenden Theile ein Einwachsen des Bindegewebes zu bemerken ist."

Die vorher erörterten Versuche von Wlazlowski und Langerfeld können diese Angaben nicht bestätigen, und Waclam Korybutt-Daszkiewicz[1]) erklärt, dass er bis auf weitere Bestätigungen die Angaben Bakowiecki's mindestens für zweifelhaft halten müsse.

Ranvier[2]) machte auf Bakowiecki's Mittheilung hin dieselbe Operation am Kaninchen-Ischiadicus, erhielt aber ein völlig negatives Resultat; die Leitung hatte sich nach 10 Tagen nicht wiederhergestellt.

Eine sehr eingehende Abhandlung über Nervennaht findet sich in der erwähnten Inaug.-Diss. Falkenheim's. Falkenheim veröffentlicht 23 Experimente, von denen bei Kaninchen am Ischiadicus 10, am Vagus 2, bei Hunden am Vagus 4, bei Katzen am Ischiadicus 1, am

---

[1]) Ueber Degeneration und Regeneration der markhaltigen Nerven nach traumatischen Läsionen. Diss Strassburg, 1878. p. 36.

[2]) Ranvier: Leçon sur l'histologie du système nerveux. Paris 1878. (Cit. nach Falkenheim.)

Vagus 2, bei Hühnern und Tauben am Ischiadicus 3 und 1 angestellt wurden.

Hunde und Katzen bekamen Morphium subcutan und wurden dann chloroformirt; Kaninchen und Vögel wurden ätherisirt. „Waren die Thiere auf übliche Weise fixirt, so wurde unter aseptischen Kautelen der Nerv lege artis freigelegt."

Die Operation wurde in der von Gluck angegebenen und auch von uns befolgten Weise ausgeführt. Als Nähmaterial wurde bei Kaninchen ausschliesslich Catgut, bei den übrigen Thieren Catgut und ganz dünne Seide angewandt.

Die Wundheilung erfolgte in allen 23 Fällen per primam. Nach einer Beobachtungszeit von 7—14 Tagen kennzeichnet sich an dem freigelegten Nerv die Nahtstelle als eine kleine, spindelförmige Anschwellung. Unter Berücksichtigung der nöthigen Vorsichtsmassregeln wurde mittelst des faradischen Stromes der Nerv zunächst peripher und dann nach erneuerter höherer Durchschneidung auch central von der Narbe gereizt.

„In keinem einzigen der Fälle von Ischiadicusnaht," sagt F., „und ebenso auch von Vagusnaht konnte ich eine Wiederherstellung der Leitung constatiren. Bei Hunden blieb die durch die gleichzeitige Durchschneidung des mit dem Vagus gemeinsam verlaufenden Sympathicus bewirkte Myosis bestehen. Niemals vermochte ich vom genähten Vagus aus Herzwirkung zu erzielen. Nach Ausführung der Vagatomie auf der anderen Seite starben die beiden Kaninchen in 18 resp. 26 Stunden unter den Erscheinungen der Vaguspneumonie, ging eine

Hündin nach 48, ein kräftiger weisser Pudel bereits nach 7 Stunden zu Grunde.“ Eine histologische prima intentio wurde bei keinem Nahtversuche beobachtet.

Eine wesentliche Bereicherung hat die Literatur der Nervennaht und Nervenregeneration erfahren durch die Untersuchungen Wolberg's[1]). Wolberg suchte auf dem Wege des Experimentes Belege für die prima intentio nervorum zu bringen. Zu dem Zwecke stellte er 30 Experimente an Hühnern und Katzen an, aber in „keinem dieser Fälle erhielt er eine mikroskopisch bewiesene prima intentio nervorum.“

Wolberg hat nun auf einem anderen Wege die Frage der prima intent. nervorum zu entscheiden gesucht. Unter 43 aus der Literatur gesammelten Fällen von an Menschen geübter Nervennaht ist er auf 12 Fälle gestossen, „in denen die Wiederherstellung der Funktionen der Nerven nur durch die Annahme der prima intentio erklärt sein kann.“ Unter diesen 12 Fällen befinden sich 2, in denen die Naht in einem Zeitraume von 80 Tagen bis 9 Jahren nach dem Trauma vorgenommen.

Dann fährt er fort: „Ausser diesem für die prima intentio sprechenden Resultate kam ich auf Grund meiner experimentellen und mikroskopischen Untersuchungen zu folgenden Schlüssen:

1) Prima intentio nervorum ist möglich.
2) Die Nervennaht ist in allen frischen Fällen von Nervendurchschneidung angezeigt; in veralteten nur dann, wenn es die Wichtigkeit der paralysirten

[1]) Kritisch-experimentelle Untersuchungen über die Nervennaht und Nervenregeneration. Centralblatt für Chirurgie Nr. 38 24. September 1881.

Functionen erheischt, und wenn die andere Therapie (Massage, Elektricität) fehlschlägt."

Die weiteren Schlüsse W.'s werde ich an einer anderen Stelle erörtern, muss jedoch schon hier meinem Befremden Ausdruck geben, dass W. in Folge negativen Resultates zahlreicher Experimente zu solch positiven Schlüssen kommt; er konnte wol trotz des negativen Resultates seiner Experimente, aber jedenfalls nicht wegen desselben zu solchen Schlüssen gelangen.

Anders gestalten sich die Verhältnisse bei Gluck, welcher gestützt auf positive Ergebnisse experimenteller Untersuchungen für die prima intentio nervorum eintritt[1].

Gluck versuchte die Nervennaht bei Hühnern und Kaninchen, und beziehen sich seine Versuche sowol auf die paraneurotische Naht, als auch auf die Naht, durch die Substanz des Nerven gelegt, die direkte Naht. Nähmaterial Catgut.

Durch einige specielle Beispiele sucht G. seine Ansichten über die prima intent. nerv. zu stützen.

„Einem kräftigen weissen Huhn wurde der linke N. ischiadicus durchschnitten und genäht, die Operation verlief sehr günstig, und die Nervenstümpfe waren durch die Catgutschlinge in vorzüglicher Weise adaptirt. Nach der Operation bot das Thier eine vollkommene Lähmung der betroffenen Extremität dar. Schon nach 50 Stunden schien eine geringe Wiederherstellung der Leitung sich wahrnehmbar zu machen, dieselbe war nach 72 Stunden deutlich ausgesprochen, nach 86 Stunden flectirte das Thier auf mechanische Reize den Unterschenkel

[1]) Experimentelles zur Frage der Nervennaht und der Nerven-Regeneration. Virchow's Archiv, Bd. 72. 1878.

der betroffenen Extremität, leistete Versuchen, dieselbe zu strecken, energischen Widerstand, und gab auf Kneifen der Plantarfläche der Zehen deutliche Schmerzäusserungen von sich. Es wurde jetzt der Ischiadicus freipräparirt, oberhalb der Nahtstelle durchschnitten, bis jenseits seiner Theilung in Tibialis und Peroneus isolirt und auf eine Glasplatte gelegt. Wurde jetzt oberhalb der genähten Stelle der isolirte Nerv (sowol mechanisch wie elektrisch) gereizt, so treten Contractionen in den vom Ischiadicus versorgten Muskeln auf, welche zweifelsohne nur letzterer allein veranlassen konnte." Gluck, p. 637.

Gl. betont besonders die Uebertragung des mechanischen Reizes auf die Muskulatur, „da er im Gegensatze zur elektrischen Reizung nicht etwa schon durch einen feuchten Leiter, sondern nur durch nervöse Elemente geschehen kann." Ich citire weiter nach Gluck:

„Hatte man unter Anwendung des angegebenen Verfahrens innerhalb der ersten 14 Tage nach der Operation Reactionen erhalten, dann konnte man mit vollem Rechte von einer reunio per primam sprechen."

Unter Anwendung dieser Methode gelang es Gl., nach 70, 80, 90 Stunden, in andern Fällen erst am 6., 8., 11. Tage eine Wiederherstellung der Leitung nachzuweisen.

Bei einem anderen kräftigen Kaninchen wurde der rechte Vagus durchschnitten und die Stümpfe sorgfältig mit Catgutfäden vereinigt. Nach 11 Tagen wurde auch der linke Vagus durchschnitten, und das Thier 2½ Stunden lang beobachtet. Es zeigt sich keinerlei Unruhe, die Respiration ist vollkommen frei. Zur Controle wurde nun auch der rechte Vagus unterhalb der Nahtstelle

nochmals durchschnitten. Augenblicklich traten die Erscheinungen der doppelseitigen Vagusdurchschneidung auf. Das Thier stirbt nach 18 Stunden.

Wenn nun die Nervenphysiologie für die Leitung der Erregung als unerlässliche Bedingung das Intaktsein des Nerven zwischen dem erregten Punkte und dem Endorgane fordert, wie steht es dann mit dem Intaktsein der Nerven bei den Gl.'schen Versuchen? Gluck argumentirt, wie folgt: „Die von uns angeführte Hypothese steht durchaus nicht im Widerspruch mit dieser Lehre; denn bei durch Nervennaht ideal adaptirten Schnittenden handelt es sich z. B. nach 80 Stunden nicht um eine blosse Berührung, sondern um eine solide organische Verschmelzung der getrennten Stümpfe. Der Defekt in der Nervenscheide ist vollkommen regenerirt.

Wie kommt es nun, dass die Versuche Wlazlowski's, Ranvier's, Falkenheim's, Wolberg's und meine eigenen ganz das entgegengesetzte Resultat, ein absolut negatives ergeben haben?

Gluck spricht in der citirten Abhandlung über Neuroplastik pp. 610 und 611 sich dahin aus, dass die prima intentio im strengsten Sinne des Wortes ein seltenes Ereigniss, eine „experimentell-chirurgische Kunstleistung" sei, zu deren Zustandekommen eine „ideale Adaption" der Schnittenden und eine möglichst subtile Technik unerlässlich ist.

Dasselbe Postulat stellt er für das Gelingen der prima intentio bei einfacher Nervendurchschneidung mit nachfolgender Naht auf.

Hat Gl. nun bei seinen Versuchen diesen Bedingungen genügt, so dass neben den zahlreichen von Anderen

erfolglos angestellten Versuchen seine positiven Resultate völlig isolirt dastehen und in der That als „experimentell-chirurgische Kunstleistungen“ anzusehen sind? Es müssen den so zahlreichen negativ ausgefallenen Versuchen diese Bedingungen also gefehlt haben. Wenigstens scheint es so; aber was ist „ideale Adaption“?

Es bleibt sehr zu bedauern, dass Gluck die Gelegenheit hat vorübergehen lassen, den Begriff der „idealen Adaption“, auf den ja Alles ankommt, seinem Inhalte nach zu zerlegen.

Die idealste Adaption würde offenbar die sein, bei welcher jede einzelne Faser des durchschnittenen Nerven bei der Vereinigung genau an ihre eigene ursprüngliche Fortsetzung gelegt würde — eine Unmöglichkeit. Die Sutur will auch ihren Platz haben, muss also entweder Fasern durchschneiden oder wenigstens verschieben.

Eine weniger ideale, aber doch noch acceptabele Adaption wäre es, wenn die Fasern des centralen Endes zwar nicht auf ihre ursprünglichen Fortsetzungen, so doch auf die Fortsetzungen anderer Fasern träfen: es käme dann wenigstens Faserquerschnitt auf Faserquerschnitt, und nicht etwa auf interstitielles Gewebe.

Die Unwahrscheinlichkeit eines so genauen Anpassens der Fasern bei demselben Nerven wird offenbar noch erhöht, wenn zwischen die Enden des durchschnittenen Nerven ein mehr weniger grosses Stück eines fremden Nerven eingeschaltet wird. Denn ausser den genannten Schwierigkeiten werden sich hier noch dem Ein- und Anpassen neue hinzugesellen, die hervorgehen aus der verschiedenen Länge und Dicke des zu transplantirenden Nerven, und dessen Faserquantität und Faser-Qualität.

Aus diesen Erörterungen erhellt klar, welch' eigenes Bewandtniss es mit der „idealen Adaption“ hat; und wir stimmen demnach Gluck rückhaltlos darin bei, dass die „ideale Adaption“ in dem oben gedeuteten Sinne aus der Theorie in die Praxis übersetzt, wahrlich eine „experimentell-chirurgische Kunstleistung“ ist.

Ziehen wir nun noch die Frage der prima intentio herbei. Nach Gluck's eigenen Angaben[1]) verfallen diejenigen Fasern des peripheren Endes der Degeneration, welche eine erhebliche Quetschung erfahren haben. — Nun auch angenommen (nicht zugegeben), die centralen Fasern blieben bis an die Schnittfläche vollkommen von der Degeneration frei, so verfällt doch diesem Schicksal eine Anzahl Fasern des peripheren Endes (Stich, Sutur, Scheeren-, Messerquetschung). Dasselbe findet indess auch statt an den beiden Enden des Einschaltstückes. Dabei ist nun wol zu berücksichtigen, dass die an dem einen Ende getroffenen Fasern nur durch Zufall auch am andern Ende in ihrer Verlängerung getroffen werden. Man muss vielmehr annehmen, dass regelmässig am zweiten Ende andere Fasern insultirt und in Folge dessen die Gesammtzahl der für die prima intentio geeigneten Fasern reducirt wird.

Diese im Einschaltstücke lädirten Fasern werden nun ebenfalls nur ganz zufälliger Weise mit den im peripheren gequetschten ein Continuum bilden — kurz die Folge wird immer sein, dass eine beträchtliche Anzahl Fasern für die prima intentio verloren geht.

Werden nun die übrigbleibenden Fasern sich zur

---

[1]) Gluck l. c. pag. 611.

prima intentio anschicken, und wenn das, werden sie die Funktionen wie ein nichtdurchschnittener Nerv übernehmen können?

Man sieht aus diesen theoretischen Betrachtungen, wie viele und wie schwere Bedenken der idealen Adaption und der prima intentio entgegenstehen. Wenn nun aber die in so grosser Anzahl ausgeführten Versuche[1]) mit ihren negativen Resultaten diese Bedenken noch vermehren, erscheint es gewiss höchst dankenswerth, wenn Gl. die Methode, welche ihm zu so günstigen Resultaten verhalf, ganz detaillirt zur Kenntniss bringen wollte, so dass Jeder im Stande ist, bei pünktlicher Befolgung derselben die gleichen Ergebnisse zu finden.

An einer früheren Stelle deutete ich an, dass ich nach den misslungenen Versuchen der Nervennaht zu dem weniger eingreifenden Verfahren der einfachen Neurotomie übergegangen sei. Die Ergebnisse dieser Operation mögen hier folgen.

## Achter Versuch:

Bei einem grossen schwarzen Huhn wird in der üblichen Weise der rechte Ischiadicus auf eine kleine Strecke freigelegt und mit scharfem Scheerenschnitt

[1]) Eine Zusammenstellung sämmtlicher in vorliegender Arbeit erwähnten Fälle von Nervendurchschneidung, Nervennaht und Nerventransplantation ergibt Folgendes: Landois und Eulenburg 17 Fälle, Resultat negativ. Wlazlowski 4 Fälle, Resultat negativ. Langerfeld 10 Fälle, bis auf 1 Fall alle negativ, und für diesen Einen Fall fehlt der mikroskopische Befund. Falkenheim 23 Fälle, Resultat negativ. Wolberg 30 Fälle, Resultat negativ. Meine eigenen 11 Fälle, Resultat negativ. Unter 95 Fällen sind also 94 vollständig negativ ausgefallen, und nur in Einem Falle ist ein positives Resultat erzielt.

durchtrennt. Die Nervenenden weichen nur sehr wenig von einander; eine Verschiebung derselben ad latus besteht nicht. Schluss der nur kleinen Haut- und Muskelwunde durch Nähte.

Stat. praes. gleich nach der Operation, wie bei allen vorhergehenden Versuchen.

Am 20. Tage nach der Operation bestehen Insensibilität und gestörte Vaskularisation noch in demselben Umfange. Es zeigt sich aber bei Gehversuchen, dass die operirte Extremität seltener einknickt, auch berührt das dorsum pedis nicht immer den Boden, vielmehr tritt das Thier manchmal ganz normal mit der planta pedis auf. Diese Erscheinung musste um so mehr auffallen, als bei allen früheren Versuchsthieren eine ähnliche Beobachtung niemals gemacht wurde. Es mussten jene als Zeichen beginnender Regeneration imponiren. Mit grösstem Interesse beobachtete ich den weiteren Verlauf, in der Hoffnung, es werde bald eine vollständige Restitution der Funktion eintreten. Dieselbe blieb indess aus. Die vermeintliche Wiederkehr der Funktion machte keine Fortschritte. Semper status idem. Noch am 50. Tage bestanden die Zeichen der vasomotorischen Störung und der aufgehobenen Sensibilität.

## Neunter Versuch:

Bei einem grauen Huhn wird dieselbe Operation mit ganz demselben Erfolge gemacht. Die Diastase der Nervenenden beträgt etwa 1 mm. Ungefähr zu derselben Zeit wie bei dem vorigen Versuchsthiere stellten sich auch hier Erscheinungen ein, die als die Zeichen beginnender Restitution der Function angesehen wurden.

Am 32. Tage: status idem. Insensibilität und vasomotorische Störung bestehen noch unverändert.

## Zehnter Versuch:

Dem Versuchsthiere, einem weissen Huhn, wird 6 Tage später gleichfalls der rechte Ischiadicus durchschnitten. Unmittelbarer Effekt wie bei VIII. und IX.

24. Tag: Das Thier tritt zuweilen mit gespreizten Zehen auf, ähnlich wie bei VIII. und IX.

26. Tag: Die Erscheinungen der Insensibilität und vasomotorischen Störung unverändert.

Am 11. October werden alle 3 Thiere getödtet: 50., 32., 26. Tag nach der ausgeführten Neurotomie.

Sektion: Der freigelegte rechte Ischiadicus hat bei allen 3 Thieren eine schöne geradlinige Lage und zeigt an der Durchschneidungsstelle eine ziemlich gleich grosse Anschwellung. Es sei erwähnt, dass die Wunden per primam geheilt sind.

Behandlung der gewonnenen Präparate, wie bei denen der zweiten Versuchsreihe.

Mikroskopischer Befund:

Ad VIII. — 50. Tag — Periphere zerzupfte Fasern: Einzelne Fasern sind sehr dünn und lassen in dem mehr oder weniger durchsichtigen Inhalte in verschiedenen Entfernungen von einander lange Kerne erkennen; andere breitere, unregelmässig contourirte Fasern haben einen Inhalt von mehr wolkigem Aussehen. Durch die Masse dieser Fasern zieht der sehr dünne Axencylinder, stellenweise wie aus feinen Körnchen zusammengesetzt; daneben sieht man den Axen-Cylinder in ungleichen Abständen varikös angeschwollen. In den Fasern, in welchen der

Axencylinder sichtbar ist, sind die Kerne der Schwann-schen Scheide seltener, d. h. die Abstände derselben von einander sind grösser, als namentlich in den Fasern, die vom Axencylinder Nichts erkennen lassen.

Die kolbige Anschwellung wird nun der Länge nach mitten durchschnitten, und werden dünne Längsschnitte mit Carmin-Hämatoxylin gefärbt. An den Randpartien sieht man auch hier in einem ziemlich festen Gewebe gruppenweise auftretende, quergetroffene Nervenfasern (Neurom). In den mittleren Partien ist an der Schnittstelle der Uebergang von centralen Fasern in periphere nicht wahrzunehmen; man sieht vielmehr ein zellenreiches Gewebe, in welches grosse spindelförmige Zellgebilde eingelagert sind. Eine mehr weniger geradlinige Aneinanderreihung dieser grossen Zellen mit ihren Fortsätzen (man sehe Virchow's Arch., Bd. 72, Taf. 12, Fig. 1a, 1b und 2) — jedoch meist ohne Berührung — ist stellenweise deutlich zu constatiren. An den peripheren Fasern ist es klar ersichtlich, dass jene Zellen mit ihren Fortsätzen innerhalb der Schwann'schen Scheide und dieser unmittelbar anliegen.

Nicht ganz so deutlich ausgesprochen sind die Erscheinungen bei Fall IX.

Bei Fall X. ist vom Axencylinder Nichts sichtbar; die Schwann'sche Scheide ist mit einer aus feinen Stäubchen bestehenden Masse angefüllt, in der in unregelmässigen Abständen längliche und runde Kerne auftreten.

Eine Vergleichung der Resultate dieser letzten Versuchsreihe mit den der beiden ersten führt uns zu der Frage, worin es seinen Grund haben möge, dass nach einfacher Nervendurchschneidung bereits am

32. Tage mikroskopisch deutliche Zeichen beginnender Regeneration auftreten, während bei der ersten und zweiten Versuchsreihe selbst am 57. Tage nach der Operation nur Degeneration nachweisbar war. Die Ursache wird zu suchen sein in den eingreifenderen Insulten der beiden ersten Operationsweisen, welche ein grösseres Operationsfeld — grössere Wunde —, ein längeres Offenbleiben der Wunde, eine Quetschung der Nervenenden durch das Anlegen der Naht benöthigen, und eine dauernde Zerrung der Nervenstümpfe durch die Sutur zur Folge haben — was alles bei dem dritten Verfahren fast ganz wegfällt.

An diese Darstellung der Regeneration und Degeneration will ich abschliessend hier einige Beobachtungen näher mittheilen.

Wenn von einigen Seiten angegeben worden ist — in neuester Zeit noch von Wolberg (l. c. p. 595 sub 6) — dass bei durchschnittenen oder gequetschten Nerven der Axencylinder nicht der Degeneration anheimfalle, so widersprechen diesem meine Beobachtungen. Bei der Transplantation fand ich in allen, bei der Neurotomie mit nachfolgender Sutur bei 3 von 4 Fällen den Axen-Cylinder vollständig degenerirt; bei dem 4. Falle erlaubte die Zeit — 7. Tag nach der Operation — nur den Beginn und Fortschritt der Degeneration festzustellen. Der Axencylinder gewährte in diesem Falle folgendes Bild: während er in einzelnen Fasern seine Continuität gewahrt hat, lässt er in andern in ziemlich regelmässigen Abständen Unterbrechungen erkennen. An diesen Unterbrechungen verliert sich der Axencylinder in eine feinkörnige Masse, nicht unähnlich einem Draht, dessen

Ende in Drumont'sches Kalklicht gehalten, vertropft und versprüht.

Diese Erscheinung spricht gegen eine centripetal, wie auch centrifugal fortschreitende, wol aber für „simultane" Entartung des Axencylinders.

Eine Täuschung bei dieser Beobachtung glaube ich ausschliessen zu dürfen, da nach meinen Erfahrungen die Carmin-Hämatoxylinfärbung sicheren Aufschluss gibt über Vorhandensein oder Fehlen des Axen-Cylinders.

Ausserdem findet die Engelmann'sche Auffassung von der Discontinuität des Axencylinders an den Ranvier'schen Einschnürungen[1]) eine Stütze in dieser Beobachtung; dessgleichen die Lehre dieses Autors, dass die Ranvier'schen Faserabschnitte als „Zellenindividuen", als ein „in Bezug auf Ernährung und Absterben einheitliches Ganzes", als „ein Elementarorganismus" aufzufassen sei, „dass diese einzelnen Zellen in Bezug auf Fortpflanzung der Erregung während des Lebens durch Contact zu höheren, zusammengesetzten Einheiten verbunden sind, in Bezug auf das Absterben aber sich als selbstständige Individuen erweisen, der Art, dass man sagen kann: die Zellen leben zusammen, sterben aber einzeln."

Was nun die Regeneration angeht, welche ich beobachtete in den beiden ersten Fällen der dritten Versuchsreihe, verweise ich auf den dort angegebenen mikroskopischen Befund. Die dort beobachteten hellen, feinen und zarten Linien an der Innenseite der Schwann-schen Scheide glaubte ich als die neugebildete

[1]) Ueber d. Discontinuität d. Axencylinders u. d. fibrillären Bau der Nervenfasern. Pflüger's Arch. Bd. 22. Bonn 1880.

Schwann'sche Scheide ansprechen zu dürfen. Zu meiner grossen Freude finde ich diese Ansicht bestätigt in der eben — 9. Nov. — einlaufenden Inaug.-Dissertation von Fr. Schulz[1]). Unter den Sätzen, in denen er die Ergebnisse seiner Versuche zusammenstellt, p. 70, findet sich sub 4:

„Die Kernwucherung ist das Produkt der entzündlichen Reizung; sie geht von den, im intakt gebliebenen Knotenpunkt gelegenen, Scheidenkernen aus."

sub 6: „Die neugebildeten Kerne liefern eine (endotheliale) Auskleidung der alten Scheiden, geben den Anstoss zur Bildung neuer Scheiden und werden schliesslich zu normalen Scheidenkernen. Der Ueberschuss an Regenerationskernen geht zu Grunde; wie, ist nicht nachgewiesen."

[1]) Experimentelle Studien über Degeneration und Regeneration der Cornealnerven. Diss. Dorpat, 1881.

Zum Schlusse erfülle ich nochmals die angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn **Professor A. Thierfelder**, durch dessen Güte mir die Räumlichkeiten des hiesigen patholog. Institutes zu jeder Zeit zur Benutzung für meine Versuche offen standen, für seine allseitige freundliche Hülfe, und aus gleichem Grunde Herrn **Dr. Nelsen**, Docenten für Pathologie, meinen tiefgefühlten Dank wiederholt auszusprechen.